

Metamorphoseuntersuchungen im nördlichen Silvrettakristallin mit Berücksichtigung der Phyllitgneiszone

Von Andreas AMANN

Mit 4 Abbildungen

Zusammenfassung

Im nördlichen Silvrettakristallin wurde die Wirkung von zwei sich örtlich überlagernden Metamorphosen untersucht, die sich altersmäßig (u.a. radiometrisch) als variszisches und eoalpines Ereignis einstufen lassen. Die mineralogische und gefügemäßige Hauptprägung ist voralpin und läßt sich in eine Disthenzone im Nordwesten und in eine Sillimanitzone im Südosten und Osten unterteilen. Im nördlichsten Teil des Silvrettakristallins wird eine voralpine Temperaturabnahme von West nach Ost evident, wo ein - möglicherweise kontinuierlicher Übergang von der Amphibolitfazies in eine Grünschieferfazies vorliegt. Innerhalb der Sillimanitzone deuten die Mineralparagenesen und -chemismen im Bereich Paznauntal auf eine Temperaturzunahme von West nach Ost. Eine alpine Metamorphose zeigt sich nur im Ostteil des Silvrettakristallins. Sowohl in der Kalkalpenbasis als auch in der Phyllitzone und im Silvrettakristallin nehmen die Temperaturen der eoalpinen Metamorphose in Richtung Osten zu.

Aufgrund der Tatsache, daß im Vorarlberger Anteil die Phyllitgneiszone und das Silvrettakristallin eine Einheit bilden, in der nördlichen Samnaungruppe jedoch ein deutlicher Sprung der variszischen Metamorphoseprägung vorliegt, wird die Hypothese einer relativen Nordrotation des östlichen Silvrettakristallins geäußert. Diese Bewegung müßte allenfalls vor dem Höhepunkt der alpinen Metamorphose abgelaufen sein, da deren Isothermen die tektonischen Grenzen schneiden.

Einleitung

Das Silvrettakristallin ist eine Decke von voralpin gefaltetem Grundgebirge, welche bei der alpinen Gebirgsbildung von ihrer Unterlage abgeschert und nach Norden verfrachtet wurde. Die dabei überfahrenen penninischen und unterostalpinen Einheiten sind dank der geringen Mächtigkeit der Silvrettadecke zum Teil durch Erosion wieder fensterartig freigelegt worden und wurden schon um die Jahrhundertwende von STEINMANN, TERMIER und SUESS als Beweismittel für den Deckenbau der Alpen herangezogen.

Nach radiometrischen Altersdatierungen von GRAUERT (1969) wird für die Paragneise des Silvrettakristallins ein kambrisches Sedimentationsalter wahrscheinlich. Zusammen mit basischen Tuffen gelangten diese in den Einflußbereich einer kaledonischen Thermometamorphose. Dabei entstanden große Mengen palingener Magmen, die zum Teil zeitverschoben und chemisch differenziert in diese Paragneise, Glimmerschiefer und Amphibolite eingedrungen sind.

Nach dem Modell von GRAUERT wurde im Zuge der variszischen Metamorphose der ganze Komplex bis zur Amphibolitfazies aufgeheizt und auch dessen Schlingentektonik im Süden verursacht.

Bei der alpinen Metamorphose hat sich das Silvrettakristallin großteils als starre Platte ver-

halten und interne Bewegungen laufen meist an distinkten Scherflächen und Mylonitbahnen ab. In Bereichen alpiner Aufheizung wird die Durchbewegung mitunter auch penetrativ.

Der Vortrag befaßt sich im wesentlichen mit dem nördlichsten Teil des Silvrettakristallins und setzt sich vor allem mit folgenden Fragen auseinander:

- Wie weit läßt sich die voralpine Geschichte des nördlichen Silvrettakristallins durch Ermittlung der Kristallisationsabfolge und Paragenesebeziehungen und durch mineralchemische Untersuchungen erhellen?
- Wo und wie wirkt sich die alpine Metamorphose dieses Raumes aus?
- Welche Stellung haben "PHYLLITGNEISZONE" und "LANDECKER QUARZPHYLLIT" im alpinen Bauplan?
- Welche Position zum Silvrettakristallin hatten die nördlichen Kalkalpen zur Zeit ihrer Entstehung?

Untersuchungsmethoden

- Geländebegehungen, z.T. Kartierung
- Entnahme von 650 Gesteinsproben (450 aus dem nördlichsten Silvrettakristallin, 180 aus dem zentralen Silvrettakristallin, 70 Proben aus der Kalkalpenbasis)
- polarisationsmikroskopische Dünnschliffanalyse
 - Gefügeuntersuchungen mittels Universal - Drehtisch
- röntgendiffraktometrische Untersuchungen (Pulverdiagramme)
- mineralchemische Untersuchungen mittels Elektronenstrahlmikrosonde:
 - chemische Granatzonierung
 - Granat- Staurolith- Geothermometrie
 - Granat- Biotit Thermometrie
 - Granat- Plagioklas- Aluminiumsilikat- Quarz- Geobarometrie
 - Phengit / Paragonit- und Phengit / Pyrophyllit - Lagenbau
 - Calcit- Dolomit- Thermometer
- radiometrische Altersdatierungen: K/Ar- Altersbestimmungen an Phyllosilikaten.

Voralpine Metamorphose

Rein gefügemäßig läßt sich aufgrund der Kristallisations- Deformations -Abfolge die voralpine Metamorphoseprägung in zwei Phasen unterteilen. In Metapeliten liegen Minerale wie Granat, Biotit, Staurolith, oftmals in zwei koexistierenden Generationen vor, zumeist mit unterschiedlichen Chemismen und chemischen Substitutionen: eine präkinematische Bildung sowie eine syn- bis postkinematische Generation (siehe Abb. 1). Im zentralen Bereich des nördlichen Silvrettakristallins tritt ein zweiphasiger Granat auf, der zuweilen auch im Elementverteilungsmuster an der Phasengrenze einen Sprung aufweist.

Die jüngere Phase der voralpinen Prägung zeigt eine deutliche Temperaturzunahme gegen Osten des Silvrettakristallins engeren Sinnes, im Bereich Samnaungruppe sind kaum mehr Relikte der älteren Phase zu finden. Sillimanitisierung des Stauroliths und chemische Homogenisierung der Granate deuten auf Metamorphosetemperaturen von größenordnungsmäßig 600 °C hin. Im zentralen und westlichen Verwall tritt von den Aluminiumsilikaten Sillimanit zugunsten von Disthen zurück, welcher teilweise als postkinematische Blasen vorkommt.

Die räumliche Verteilung der Aluminiumsilikate kann nicht als eine einzige Metamorphosezonierung verstanden werden, da hier teilweise zwei Al_2SiO_5 -Generationen koexistieren. Im westlichen und zentralen Silvrettakristallin scheint die erste voralpine Prägung höhertemperiert zu sein als die letztere.

Während das nördliche Silvrettakristallin in seiner Hauptmasse sich in eine Disthenzone im Westen und eine Sillimanitzone im Osten unterteilen läßt, ist im Nordosten (Stanzertal) die Situation wesentlich komplexer. Generell deuten Paragenesen und Mineralchemismen auf eine variszisch niedriggradigere Metamorphose hin. Diese läßt sich aber nicht als eine Zone ausscheiden, da sich hier eine Art Schuppenzone präsentiert, in der aufgrund einer offensichtlich alpinen Einengung amphibolitfazielle Gesteine mit phyllitischen wechsellagern. In den Gesteinen des nordöstlichen Silvrettakristallins liegen jedenfalls Paragenesen mit voralpin gebildetem Chlorit vor, und zwar nicht nur in Form von Diaphthoreseprodukten, sondern als ursprünglich mit Granat koexistierende Pha-

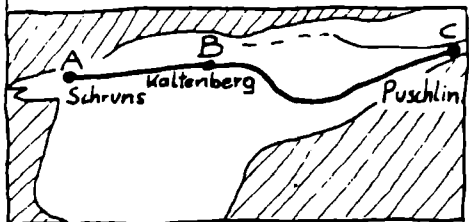
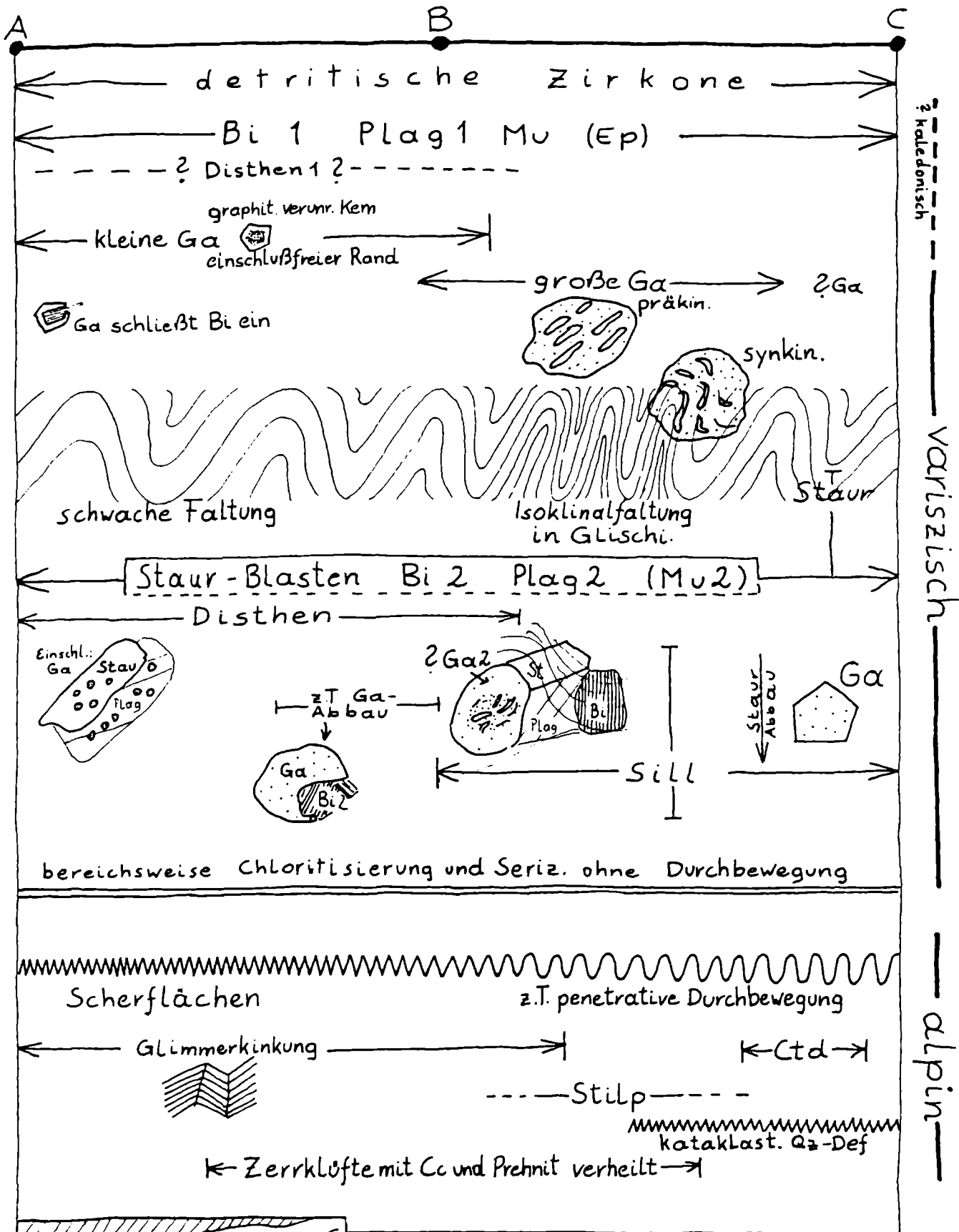


Abbildung 1: Schema der Kristallisations-Deformations-Abfolge im nördlichen Silvrettakristallin entlang eines Ost-West-Profiles.

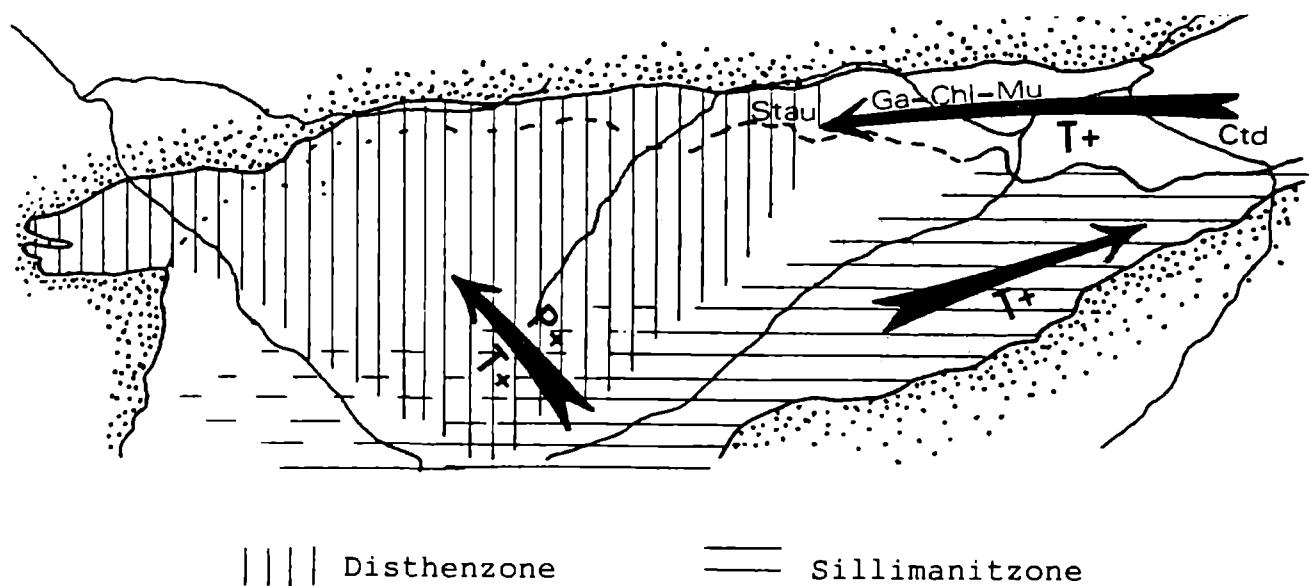


Abbildung 2: Überblick über die Trends der voralpinen Metamorphoseprägung im nördlichen Silvrettakristallin. Der linke Pfeil setzt die noch nicht vollständig bewiesene Tatsache voraus, daß die Granate dieser Region in etwa dem selben Zeitraum entstanden sind.

sen. Teilweise reichte in den Metapeliten die Temperatur für eine Granatbildung nicht aus. Die oben genannte Wechsellagerung von verschieden metamorphen Gesteinen gilt auch für den Bereich "LANDECKER QUARZPHYLLIT". HOERNES & PURTSCHELLER (1970) haben aufgrund von amphibolitfaziellen Mineralrelikten eine petrographische Neueinstufung des Landecker Quarzphyllits postuliert.

Gelände- und Dünnschliffbefunde der vorliegenden Arbeit sowie Mineralchemismen ergaben, daß sowohl im Landecker Quarzphyllit als auch in der Phyllitgneiszone einerseits intakte mesothermal metamorphe Gesteine vorliegen (zum Teil diaphthoritisch und phylonitisiert) zum Teil aber auch ursprünglich niedrigmetamorphe Paragenesen vorliegen.

Alpine Metamorphoseprägung

Hinsichtlich der alpinen Metamorphoseprägung muß zunächst überprüft werden, ob diese auf ein eoalpines Ereignis zurückzuführen ist oder ein Produkt der jungalpinen Überprägung darstellt. Die das Silvrettakristallin unterlagernden penninischen Sedimentgesteine, die stratigraphisch bis in

das Eozän heraufreichen wurden niedrigmetamorph überprägt. Dieses Temperaturereignis muß jungalpinen Alters sein. Im Nordost-Ausläufer des Silvrettakristallins konnte KRECZY (1981) mit radiometrischen Altersdatierungen an Biotit und Muskovit die Wirkung des jungalpinen Ereignisses auf das Kristallin eingrenzen. Dieses konnte nur in Hellglimmern der Kornfraktion < 2 µm in Gesteinen nahe des Fensterrandes nachgewiesen werden, d.h. die Hellglimmer haben an den Kornrändern ihr Argonsystem etwas geöffnet. Die Hauptprägung ist demzufolge eoalpin.

Metamorphose der Kalkalpenbasis

Bezüglich der transgressiven Auflagerung der Kalkalpen auf dem "PHYLLITGNEIS" respektive dem "LANDECKER QUARZPHYLLIT" besteht in der befaßten Fachwelt ein allgemeiner Konsens, auch wenn der Kontakt auf weite Strecken gestört und tektonisch überarbeitet ist. Daher konnte bei der Erfassung der alpinen Metamorphose vom Permoskyth ausgegangen werden. Das am westlichsten vorkommende alpine Metamorphoseprodukt ist Pyrophyllit im Verrucano unmittelbar westlich des Arlbergpaßes (Mindesttemperatur 300 °C). In aluminiumreicheren Gesteinen tritt Pyrophyllit

Stilpnomelan in den späthercynischen Diabasen und im Orthogneis.

Im kristallinen Grundgebirge konnte die alpine Metamorphose nicht so weit nach Westen verfolgt werden als im Permoskyth. Der Grund hierfür liegt möglicherweise nicht nur in der Temperaturabnahme, sondern zusätzlich auch in der geringeren tektonischen Beanspruchung.

Die Chloritoidstabilität beginnt vom Westen kommend in der Höhe von Landeck, und es ist fraglich, ob die im Bereich Venet - Piller die Chloritoid- Isograde nicht schon wieder unterschritten wurde. In diesem nur stichprobenartig bearbeiteten Gebiet konnte weder Chloritoid noch Pyrophyllit gefunden werden.

Abb. 3 gibt eine Übersicht über die Mineralneubildungen der alpinen Metamorphose.

Da im Kristallin teilweise Überlagerung von spätvariszischer Diaphthorese und alpiner Metamorphose vorliegt, kommt der isotopengeologischen Absicherung der vermuteten Alterseinstufung eine besondere Bedeutung zu. K-Ar- Altersdatierungen an Glimmern (hauptsächlich Muskovit) von THÖNI (1981), KRECZY (1981), SPIESS (1985) und eigene Untersuchungen zeigen eine beginnende Teilverjüngung von Pettneu am Arlberg in Richtung Osten. Die "blocking Temperatur" für Muskovit wird bei 350 °C angenommen. Weiters liefern die bisher gewonnenen Altersdaten ein Indiz, daß die alpinen Temperaturen nicht nur von West nach Ost, sondern auch von Nord nach Süd zunehmen.

Konsequenzen für die regionale Tektonik

Auf Vorarlberger Seite ist das Silvrettakristallin und die Phyllitgneiszone in lithologischer, struktureller und mineralchemischer Hinsicht voll parallelisierbar. Eine Abtrennung dieser nördlichsten Serie vom übrigen Kristallin ist nur insofern berechtigt, als daß alpine Scherhorizonte in verstärktem Maß auftreten, was jedoch den amphibolitfazialen Erhaltungszustand der Gesteine insgesamt nicht wesentlich beeinflußt. Vom Arlberg nach Osten gehend werden diese Störungen stärker und bekommen immer mehr einen nach Osten gehend dann entlang der ganzen Kalkalpenbasis bis nach Landeck auf. Auch in Ver-

rucanoschuppen innerhalb des Kristallins ist Pyrophyllit anzutreffen, wird dort aber auf der Höhe von Landeck von Chloritoid abgelöst, der seinerseits in den durch die Verschuppung verschiefereten Sedimenten quer sproßt. Auch Paragonit bzw. ein Muskovit / Paragonit mixed layer Mineral ist in der Kalkalpenbasis manchmal zu finden, seine Verbreitung endet gegen Westen bei Pettneu am Arlberg.

Alpine Metamorphose im Kristallin

Im Kristallin, einschließlich der Quarzphyllitzone, konnte die alpine Metamorphose bevorzugt in durchbewegten Zonen wirksam werden, da das für Mineralneubildungen benötigte Wasserangebot in erhöhtem Maß gegeben war. Es traten hier die gleichen Mineralneubildungen auf wie in der Kalkalpenbasis, dazu kommt noch gelegentlich penetrativen Charakter. Die in lithologischer Hinsicht gleichen Gesteine unterliegen einer stärkeren Phyllonitisation und einer im Zuge der hier schon wirksamen alpinen Metamorphose beginnenden Rekristallisation von Quarz und Helglimmem. Erst in der Samnaungruppe kann die Phyllitzone gegen das Silvrettakristallin engeren Sinnes scharf abgegrenzt werden.

Im Zuge der Neukartierung der nördlichsten Samnaungruppe konnte weder mit petrographischen noch mit geochemischen Methoden ein Kriterium zur scharfen Abtrennung von Phyllitgneiszone und Quarzphyllit gefunden werden. Es handelt sich vielmehr um eine Art Schuppenzone, wo Gesteine verschiedener Metamorphoseprägung wechsellagern. Im "QUARZPHYLLIT" wurden Amphibolite und staurolithführende Gneise gefunden, andererseits konnten über 20 Verrucanoschuppen in verschiedenen Horizonten von "PHYLLITGNEISZONE" und "QUARZPHYLLIT" lokalisiert werden.

Generell liegt innerhalb dieser Schuppenzone der Trend einer voralpinen Metamorphoseabnahme von S nach N vor. Es wird also weder die Vorstellung eines mit dem Innsbrucker Quarzphyllit vergleichbaren niedrigmetamorphen Paläozoikums noch die Annahme eines einzigen retrograd metamorphen Kristallins den geologischen Verhältnissen im Raum Landeck gerecht.

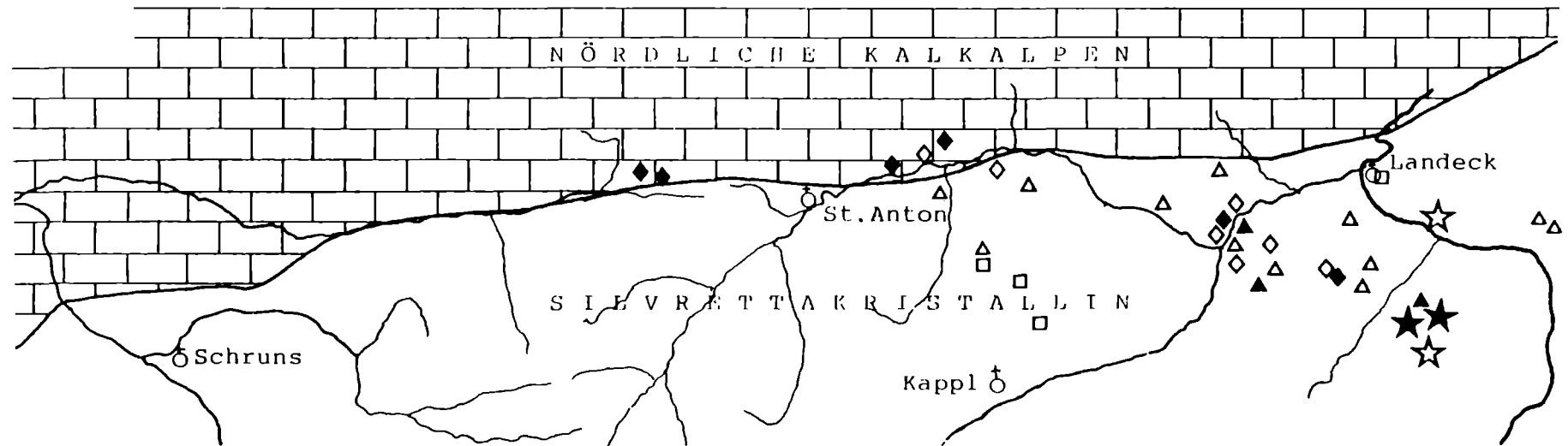


Abb. 3: Alpine Metamorphose im nordöstlichen Silvrettakristallin
 offene Signaturen: Silvrettakrist. resp. voralpin bereits metamorphe Gesteine
 gefüllte Signaturen: Kalkalpenbasis und deren Schuppen im Kristallin

- ◊ ◆ Pyrophyllit
- △ ▲ Paragonit bzw. Muskovit-Paragonit-Interlayer
- Stilpnomelan
- ★ ★ Chloritoid

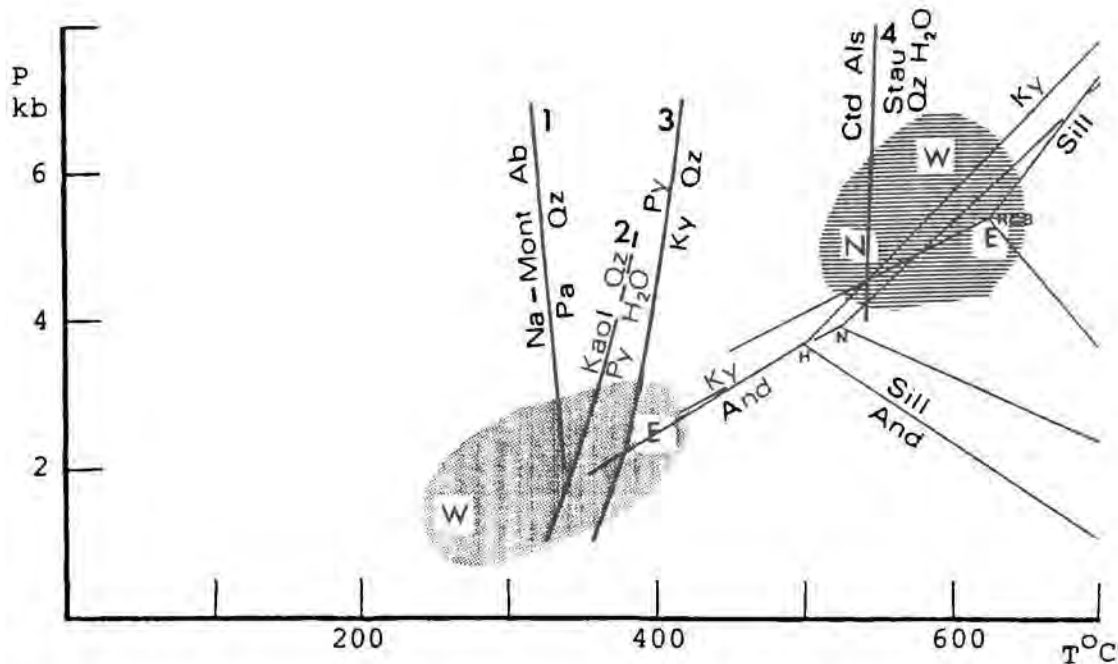


Abb. 4: Prälpinen Metamorphose (Strichtraster) und Alpine Met. (Punktraster) im P-T-Diagramm; die Drücke sind nur grob geschätzt. Reaktionskurven: 1 CHATTERJEE (1973) 2 THOMPSON (1970) 3 HAAS & HOLDAWAY (1973) 4 HOSCHEK (1967, 1969); AlSi-Tripelpunkte nach NEWTON (1966), HOLDAWAY (1971) und RICHARDSON (1969)

Die Parallelsierbarkeit der Phyllitgneiszone mit dem Silvrettakristallin s.str. in der Vorarlberger Verwallgruppe und die Evidenz, daß die Isograden der altalpinen Metamorphose schräg die oben genannten Einheiten schneiden, macht die Hypothese einer alpinen Fernüberschiebung der Phyllitgneiszone samt den ihr transgressiv aufliegenden Kalkalpen und somit eine Trennung von mittel- und oberostalpinem Kristallin in diesem Abschnitt der Alpen aus der Sicht des Petrographen unwahrscheinlich.

Dem derzeitigen synoptischen Erscheinungsbild wird am ehesten die Hypothese einer relativen

Nordrotation des Silvrettakristallins gegenüber den nördlichen Kalkalpen mit einer westlich des Kristallins gelegenen Rotationsachse und somit einer gegen Osten immer stärker werdenden Einengung des Kristallins gerecht.

Es wird nicht ausgeschlossen, daß der Landecker Quarzphyllit zugleich mit dem Kristallin entstanden ist und daß die variszische Metamorphose ursprünglich kontinuierlich nach NE abgenommen hat, sodaß der Metamorphosesprung in der nördlichen Samnaungruppe erst durch die alpine Tektonik zustande gekommen ist.

LITERATUR

- AMANN, A., 1985: Zur Metamorphose des nördlichen Silvrettakristallins. Unpubl. Diss. Univ. Innsbruck
 GRAUERT, B., 1969: Die Entwicklungsgeschichte des Silvrettakristallins aufgrund radiometrischer Altersdatierungen. Diss. Univ. Bern; München
 HOERNES, S & PURTSCHELLER, F., 1970: Petrographische Neueinstufung des Landecker Quarzphyllits. Ber. Nat. Med. Ver. Innsbruck 58, 483-488
 KRECZY, L., 1981: Seriengliederung, Metamorphose und Altersbestimmung in der Region Thialspitze SW Landeck, Tirol. Unpubl. Diss. Univ. Wien
 THÖNI, M., 1981: Degree and evolution of the alpine metamorphism in the Austroalpine unit W of the Hohe Tauern in the light of K-Ar and Rb-Sr age determinations on Micas. Jb. Geol. B.A. 124/1: 111-174